

# Illustrierter Bestimmungsschlüssel für die Präimaginalstadien der Schwärmer Europas und Nordafrikas (Lepidoptera, Sphingidae)

## Teil II : Eilarven

Alexander PELZER

Dorfstraße 20, D-30974 Wennigsen, Bundesrepublik Deutschland

### Summary

#### **Keys to the preimaginal instars of the hawkmoths of Europe and North Africa (Lepidoptera, Sphingidae). Part II : First instar larvae.**

This is the second of a small series of keys dealing with mature larvae, first instar larvae, and pupae. They aim at the identification of living specimens. Therefore, all characters that are not visible in the intact animal are omitted. It is hoped that the keys will be useful for faunistic purposes and for research in the ecology of hawkmoths.

### Zusammenfassung

Dieser Schlüssel ist der zweite aus einer kleinen Reihe, die sich mit den erwachsenen Raupen, den Eilarven und den Puppen befaßt. Sein Ziel ist das Bestimmen lebender Tiere. Daher wird auf alle Merkmale, die am lebenden Tier nicht erkennbar sind (z.B. Mandibelformen), bewußt verzichtet. Die Schlüssel könnten vor allem in der Faunistik und für die ökologische Forschung von Nutzen sein.

### Résumé

Cette clé est la deuxième d'une petite série qui traite des chenilles — adultes et au stade L1 — et des chrysalides. Elle a pour objectif de permettre la détermination des espèces vivantes à ces différents stades. Par conséquent ne sont pas pris en considération les caractères invisibles chez l'animal vivant (p. ex. la forme des mandibules). Ces clés pourraient rendre service en faunistique et pour les recherches sur l'écologie des Sphingidae.

## **Einleitung**

Eilarven verschiedener Schmetterlingsgruppen sind bisher vorwiegend zur Klärung der Systematik herangezogen worden (z.B. WASSERTHAL, 1970). Die hier wichtigen Merkmale sind jedoch in der Regel erst nach dem Töten des Tieres erkennbar und daher für eine einfache Artbestimmung vielfach ungeeignet.

Eilarven sind bereits in der Frühzeit der wissenschaftlichen Entomologie ein beliebtes Studien- und Mikroskopierobjekt gewesen (WEISMANN, 1876 ; POULTON, 1885 ; 1886 ; 1888 ; GILLMER, 1904 ; DENSO, 1906a,b). Auch in den letzten Jahren sind Eilarven etlicher Schwärmer beschrieben worden (z.B. HEINIG, 1976 ; 1978 ; 1981 ; HARBICH, 1978 ; PITTAWAY, 1979 ; PELZER, 1982 ; HEINIG & HÄSLER, 1986 ; FREINA, 1994). Auf die Merkmale, durch die sich verwandte Arten unterscheiden, gehen die Beschreibungen jedoch nur in Ausnahmefällen ein (PELZER, 1988).

Von einfachen Bestimmungsschlüsseln für die Präimaginalstadien, mit denen sich bereits ein lebendes Tier bestimmen lässt, könnte neben der Systematik besonders die Faunistik profitieren ; im faunistischen Schrifttum tauchen Eilarven als Artnachweis bisher nicht auf. Dabei sind Eier oder Eilarven manchmal nicht schwieriger zu finden als die Falter (z.B. PELZER, 1982). Könnte man bereits die Eilarve bestimmen, bräuchte man das fragliche Tier nicht bis zur erwachsenen Raupe oder gar bis zum Falter aufzuziehen — was auf Exkursionen in der Regel nur selten möglich sein dürfte.

Die Bestimmung von Eilarven ist in vielen Fällen erstaunlich einfach. Im Gegensatz zu erwachsenen Raupen weisen sie nämlich nur eine sehr geringe Variabilität auf. Andererseits wirkt die insgesamt nur kleine Zahl verwertbarer Merkmale jedoch limitierend.

## **Systematik, geographische Abgrenzung, Material und Methoden**

Die verwendete Systematik wird im 1. Teil der Reihe erläutert (PELZER, 1991) ; sie folgt weitgehend der Auffassung von ROTHSCHILD & JORDAN (1903). Der Name *Laothoe tremulae* (Fischer von Waldheim, 1830) wird durch *L. amurensis* (Staudinger, 1892) ersetzt (PITTAWAY, 1993).

---

Abb. 1-6. Eilarven europäischer und nordafrikanischer Schwärmer. In Klammern hinter dem Artnamen der jeweilige Abbildungsmaßstab.

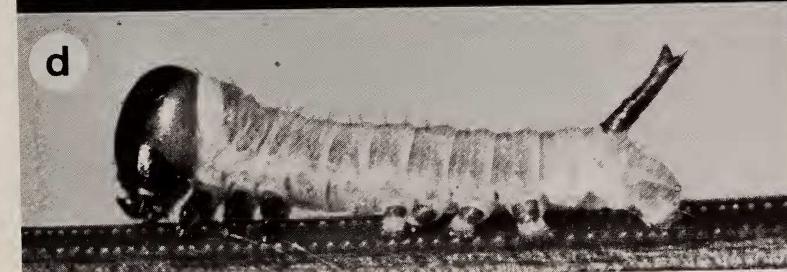
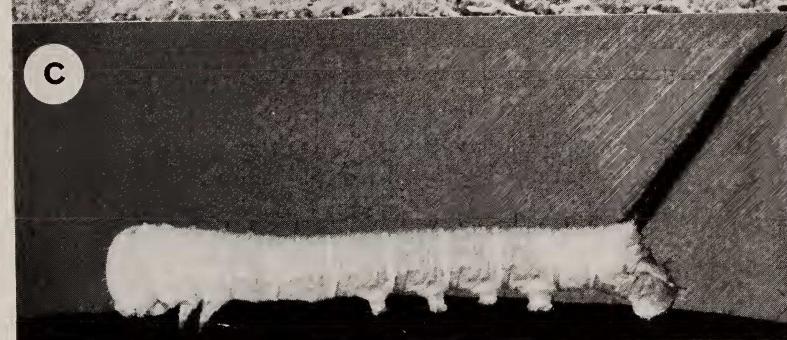
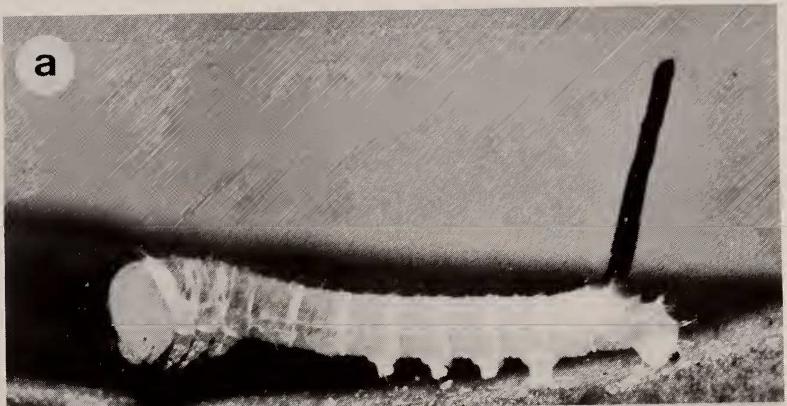


Abb. 1. a) *A. atropos* (14  $\times$ ) ; b) *A. convolvuli* (21  $\times$ ) ; c) *S. ligustri* (12  $\times$ ) ; d) *H. pinastri* (19  $\times$ ).

Tab. 1.  
Schwärmerarten Europas und Nordafrikas

<i>Acherontia atropos</i> (Linné, 1758)	Totenkopf
<i>Agrius convolvuli</i> (Linné, 1758)	Windenschwärmer
<i>Sphinx ligustri</i> Linné, 1758	Ligusterschwärmer
<i>Hyloicus pinastri</i> (Linné, 1758)	Kiefernschwärmer
<i>Dolbina elegans</i> A. Bang-Haas, 1912	
<i>Marumba quercus</i> (Denis & Schiffermüller, 1776)	Eichenschwärmer
<i>Mimas tiliae</i> (Linné, 1758)	Lindenschwärmer
<i>Smerinthus caecus</i> Ménétrier, 1857	
<i>Smerinthus ocellatus</i> (Linné, 1758)	Abendpfauenauge
<i>Laothoe populi</i> (Linné, 1758)	Pappelschwärmer
<i>Laothoe amurensis</i> (Staudinger, 1892)	
<i>Hemaris fuciformis</i> (Linné, 1758)	Hummerschwärmer
<i>Hemaris tityus</i> (Linné, 1758)	Skabiosenschwärmer
<i>Hemaris croatica</i> (Esper, 1779)	
<i>Daphnis nerii</i> (Linné, 1758)	Oleanderschwärmer
<i>Macroglossum stellatarum</i> (Linné, 1758)	Taubenschwanz
<i>Proserpinus proserpina</i> (Pallas, 1772)	Nachtkerzenschwärmer
<i>Rethera komarovi</i> (Christoph, 1885)	
<i>Sphingonaepiopsis gorgoniades</i> (Hübner, 1819)	
<i>Hyles lineata</i> (Fabricius, 1775)	Linienschwärmer
<i>Hyles gallii</i> (Rottemburg, 1775)	Labkrautschwärmer
<i>Hyles euphorbiae</i> (Linné, 1758)	Wolfsmilchschwärmer
<i>Hyles nicaea</i> (Prunner, 1798)	Nizzaschwärmer
<i>Hyles centralasiae</i> (Staudinger, 1887)	
<i>Hyles zygophylli</i> (Ochsenheimer, 1808)	
<i>Hyles hippophaes</i> (Esper, 1789)	Sanddornschwärmer
<i>Hyles vespertilio</i> (Esper, 1779)	Fledermausschwärmer
<i>Deilephila elpenor</i> (Linné, 1758)	Mittlerer Weinschwärmer
<i>Deilephila porcellus</i> (Linné, 1758)	Kleiner Weinschwärmer
<i>Hippotion celereio</i> (Linné, 1758)	Großer Weinschwärmer
<i>Hippotion osiris</i> (Dalman, 1823)	
<i>Theretra alecto</i> (Linné, 1758)	

Das im Schlüssel behandelte Gebiet umfaßt Europa bis zum Ural sowie Nordafrika nördlich der Sahara. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand treten 32 Schwärmerarten mehr oder weniger regelmäßig in diesem Areal auf (Tab. 1). Hinzu kommen einige Irrgäste aus Nordamerika, Afrika und Asien, die hier nicht behandelt werden (Listen in MEERMAN, 1987 und PITTAWAY, 1993). Die Merkmale der wenigen Hybriden, die aus dem Freiland bekannt sind, vermitteln stets zwischen denen der Elternarten.

Die Schlüssel basieren ausschließlich auf eigenen Daten. Sie beruhen auf zahlreichen Zuchten und Freilandbeobachtungen der meisten hier behandelten Arten. Von fünf Arten lag mir allerdings kein Material vor. Es handelt sich dabei um Arten, für die Europa auf dem äußersten Rand ihres Verbreitungsgebiets liegt.

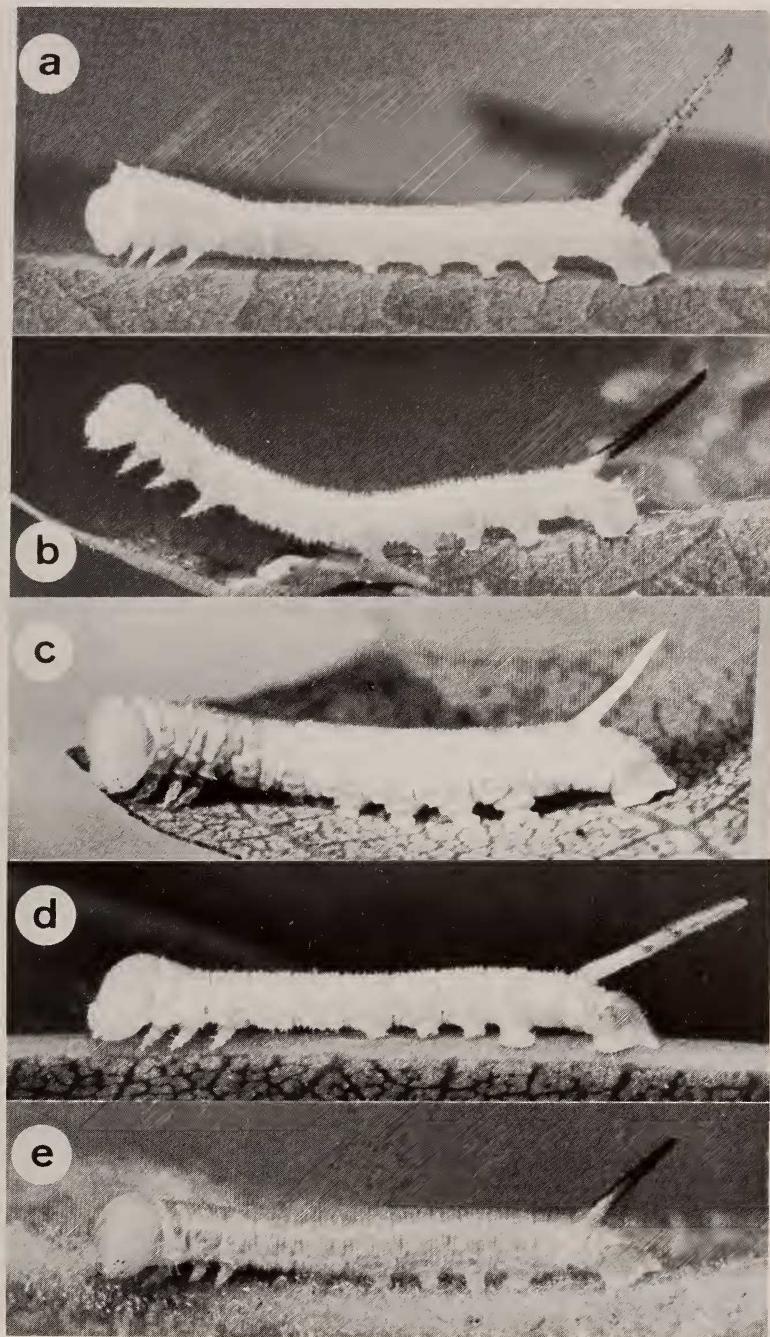


Abb. 2. a) *M. quercus* (8 $\times$ ) ; b) *M. tiliae* (12 $\times$ ) ; c) *L. amurensis* (11 $\times$ ) ; d) *L. populi* (11 $\times$ ) ; e) *S. ocellatus* (14 $\times$ ).

Die Aufnahme von *R. komarovi* in den Schlüssel erfolgt nach einem Farbdia, das mir Prof. Dr. L.T. Wasserthal (Erlangen) dankenswerterweise überlassen hat. Die noch unbeschriebene Eilarve von *S. caecus* dürfte der von *S. ocellatus* sehr ähneln. Aus der einzigen, mir vorliegenden Beschreibung der Eiraupe von *D. elegans* geht lediglich her vor, daß sie ein Horn besitzt (SOFFNER, 1959). Hier und bei den Arten *S. gorgoniades* und *H. osiris* kann — anders als bei den erwachsenen Raupen — nicht abgeschätzt werden, wo im Bestimmungsschlüssel man vermutlich ankäme.

Zur Bestimmung ist eine Handlupe mit wenigstens 10-, besser 20facher Vergrößerung notwendig. Zur Ermittlung des Horn-/Afterklappenlängen-Verhältnisses (H/A, s.u.) besonders geeignet sind Meßlupen mit eingearbeiteter Millimeterskala, wie sie von Briefmarkensammlern verwendet werden.

Einfache Längenangaben, wie z.B. die Gesamt-Körperlänge, sind als Bestimmungsmerkmal gewöhnlich ebenso unbrauchbar wie simple Farbangaben. Bei einigen Arten werden einige Zeit nach Beginn der Nahrungsaufnahme Zeichnungselemente des zweiten Stadiums mehr oder weniger deutlich sichtbar. Solche variablen Merkmale werden nicht berücksichtigt.

Die Färbung der Hartteile ändert sich dagegen während eines Stadiums nicht und ist daher für die Bestimmung geeignet. Auch die Beweglichkeit des Horns ist ein gutes Merkmal: manche Arten können ihr Horn weit nach vorn neigen (Abb. 3d), bei anderen ist es praktisch unbeweglich. Wo die Futterpflanzen der Raupen bei der Bestimmung helfen können, werden sie mit aufgeführt.

Ein „mathematisches“ Merkmal hat sich als besonders einfach und brauchbar erwiesen: das Verhältnis der Hornlänge relativ zur Länge der Afterklappe (Horn-/ Afterklappen-Längenverhältnis, H/A). Dieses Längenverhältnis lässt sich schon rein optisch gut abschätzen. Bei der Kiefernchwärmerraupe auf Abb. 1d beträgt es etwa 1, d.h. Horn und Afterklappe sind etwa gleich lang. Das Schwanzhorn ist bei Eilarven — sofern es nicht beim Schlupf verbogen worden ist — immer gerade. Zur Ermittlung von H/A ist stets die Gesamtlänge des gestreckten Horns zu verwenden.

Die Anordnung der einzelnen Arten auf den Tafeln weicht z.T. von der in Teil I ab, um ähnliche Raupen direkt nebeneinander zu stellen.

Da die lebenden Eilarven einiger Arten bei Lupenvergrößerung nur schwer zu bestimmen sind, gibt ein **Hilfsschlüssel** zusätzlich Unterscheidungsmerkmale des zweiten Raupenstadions an.

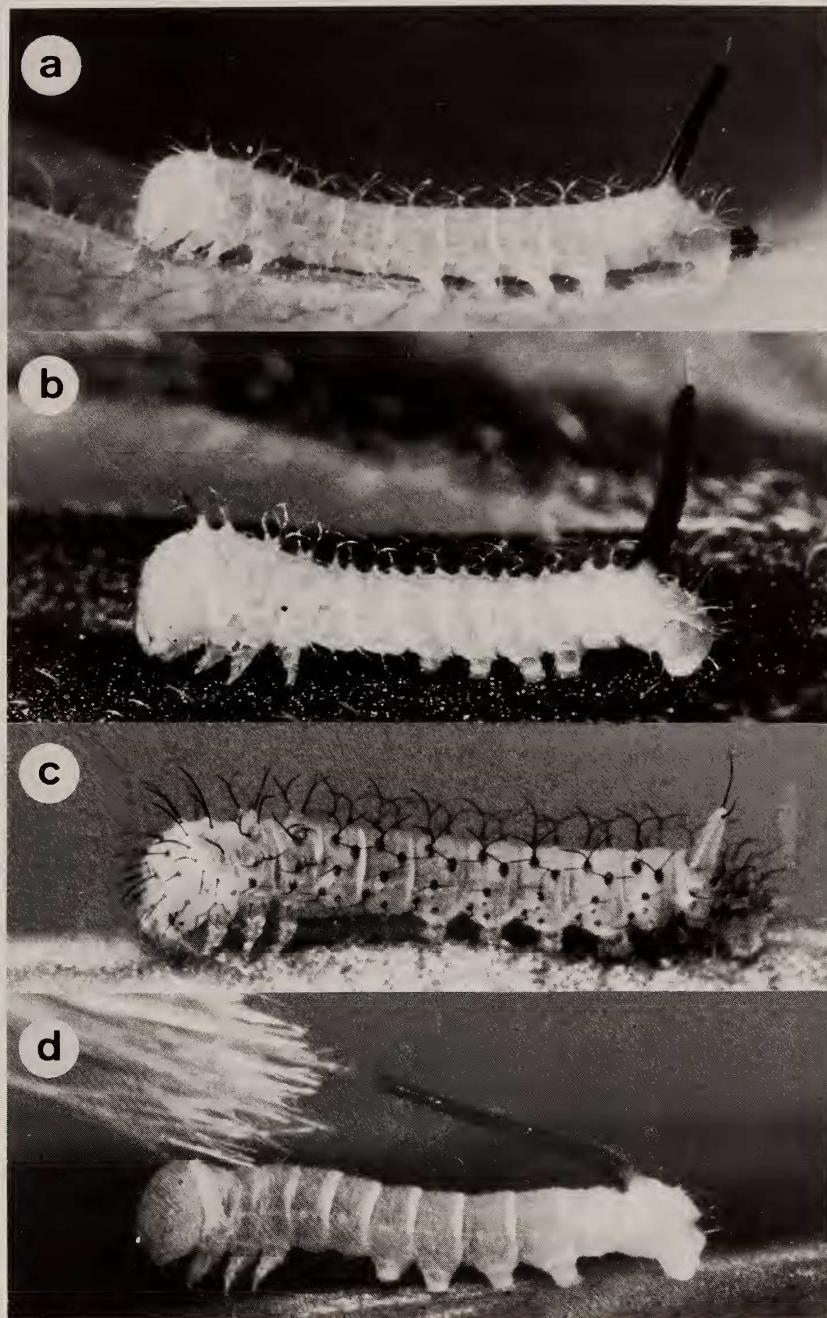


Abb. 3. a) *H. fuciformis* ( $20 \times$ ) ; b) *H. croatica* ( $22 \times$ ) ; c) *H. tityus* ( $22 \times$ ) ; d) *D. nerii* ( $16 \times$ ).

## Hauptschlüssel

Die Zahl in Klammern hinter dem Artnamen ist die jeweils zugehörige Abbildungsnummer.

1. Horn kurz (Verhältnis Horn- zu Afterklappenlänge  $[H/A] \leq 1$ ), höchstens so lang wie in Abb. 1d ..... 2
- 1'. Horn lang ( $H/A > 1$ ), mindestens so lang wie in Abb. 2c ..... 14
2. Kopf, Brustbeine und Horn verdunkelt, oft schwarz (vergl. Abb. 5c) ..... 3
- 2'. zumindest der Kopf hell ..... 6
3. frisch geschlüpft einfarbig schwarz ; nach Nahrungsaufnahme oder im Durchlicht dunkel- bis mittelgrün ..... *H. euphorbiae* (5e)
- 3'. anders ..... 4
4. Kopf wie lackglänzend, klar in schwarze und bräunliche Partien gegliedert ; Horn an der Spitze deutlich gegabelt ; auf Nadelhölzern .....  
..... *H. pinastri* (1d)
- 4'. anders ; nicht auf Nadelhölzern ..... 5
5. Kopf und Nackenschild einfarbig schwarzbraun ..... *H. centralasiae* (5d)
- 5'. Kopf scheckig, nicht einfarbig ; Nackenschild hell ..... *H. lineata* (5c)
6. Horn hell oder reduziert ..... 7
- 6'. Horn dunkel, normal ausgebildet ..... 11
7. Horn klein, aber normal ausgebildet (vergl. Abb. 4f) ..... 8
- 7'. Horn fast oder ganz zurückgebildet ..... 9
8. mit langen, schwarzen, Y-förmigen Borsten ..... *H. tityus* (3c)
- 8'. mit hellen, kurzen Borsten ..... *H. gallii* (4f)
9. Borsten hell ..... *P. proserpina* (4c)
- 9'. Borsten schwarz ..... 10
10. Basalfelder der Borsten ebenfalls schwarz ..... *H. vespertilio* (4e)
- 10'. Basalfelder der Borsten hell ..... *D. porcellus* (4d)
11. Borsten lang, etwa halb so lang wie das Horn ..... 12
- 11'. Borsten viel kürzer ..... 13
12. Brustbeine dunkel, Horn nur mit den üblichen 2 kräftigen Endborsten....  
..... *M. stellatarum* (4a)
- 12'. Brustbeine hell, Horn mit 4 kräftigen Borsten ..... *R. komarovi* (4b)
13. Kopf und stärker sklerotisierte Teile einfarbig hell ; auf Euphorbiaceae ...  
..... *H. nicaea* (5a)
- 13'. Kopf mit bräunlicher Scheckung ; stärker sklerotisierte Teile (z.B. Bauchbeinschienen) oft dunkel gerandet ; auf Zygophyllaceae .....  
..... *H. zygophylli* (5b)
14. Nachschieber nach hinten spitz ausgezogen (vergl. Abb. 2a) ..... 15
- 14'. Nachschieber hinten abgerundet ..... 18

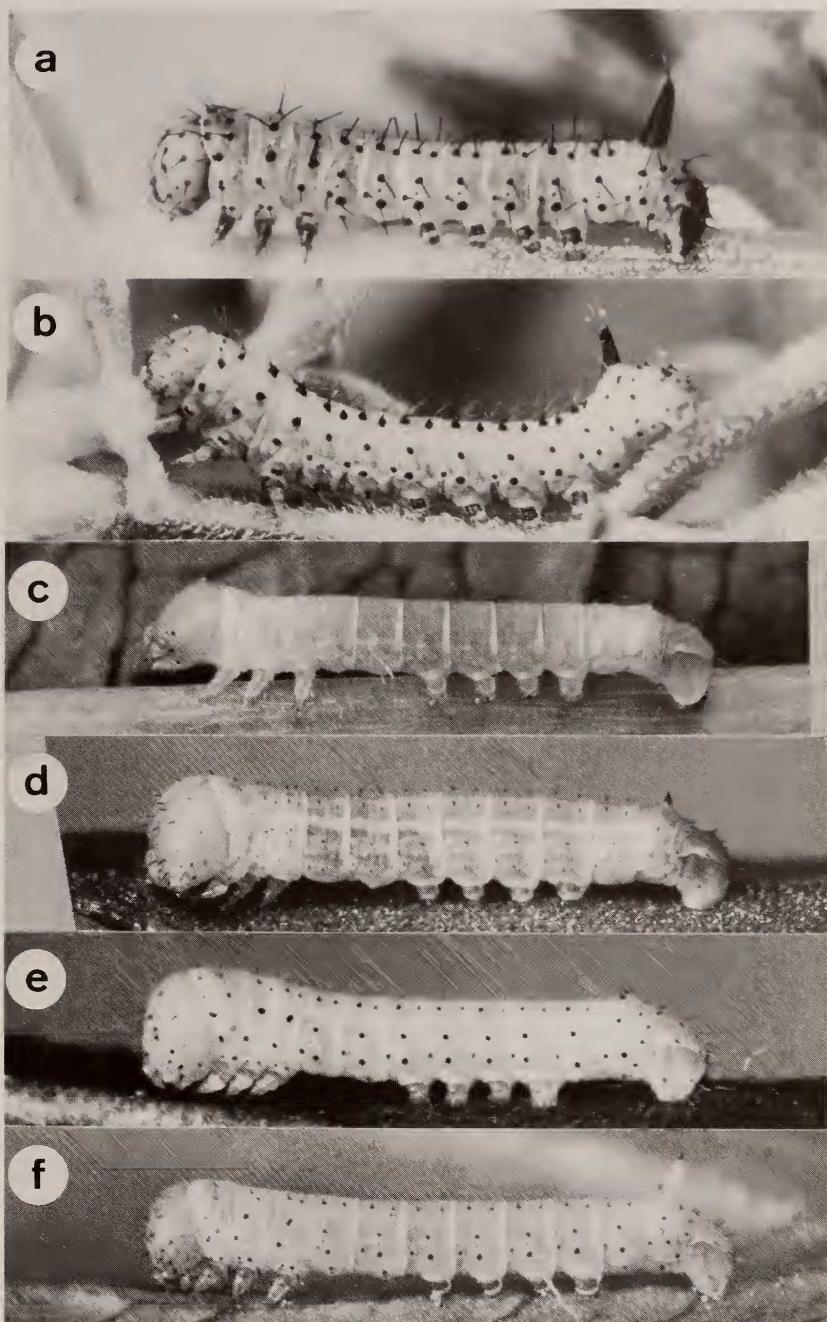


Abb. 4. a) *M. stellatarum* ( $24 \times$ ) ; b) *R. komarovi* ( $15 \times$ , Foto Wasserthal) ; c) *P. proserpina* ( $26 \times$ ) ; d) *D. porcellus* ( $19 \times$ ) ; e) *H. vespertilio* ( $23 \times$ ) ; f) *H. gallii* ( $23 \times$ ).

15. Horn wie mit schwarzbraunem Hagelzucker bestreut ; Prothorax ragt kapuzenartig über den Kopf hinaus ..... *M. quercus* (2a)  
 15'. anders ..... 16
16. Horn über den größten Teil der Länge mittel- bis dunkelbraun .....  
 ..... *S. ocellatus* (2e)
- 16'. Horn von heller Grundfarbe ..... 17
17. Horn relativ kurz ( $H/A < 1,5$ ), fast glatt ..... *L. amurensis* (2c)  
 17'. Horn lang ( $H/A > 1,5$ ), durch viele kleine Borsten deutlich aufgerauht...  
 ..... *L. populi* (2d)
18. Körper mit langen, hellen, Y-förmigen Borsten (Abb. 3a-b) ..... 19  
 18'. ohne solche Borsten ..... 20
19. Borsten auch auf Nackenschild und Kopf tief gegabelt ; auf Dipsacaceae ..... *H. croatica* (3b)
- 19'. Nackenschild und Kopf mit einfachen oder nur ganz leicht gegabelten Borsten ; auf Caprifoliaceae ..... *H. fuciformis* (3a)
20. Körper mit dunklen Borsten auf ebenfalls dunklen Basalfeldern ..... 21  
 20'. Basalfelder der Borsten hell ..... 22
21. auch Kopf mit schwarzen Borsten ..... *H. hippophaes* (6a)  
 21'. Kopf mit hellen Borsten ..... *A. convolvuli* (1b)
22. Horn extrem lang ( $H/A \approx 6 !$ ), sehr beweglich ..... *H. celerio* (6c)  
 22'. Horn kürzer ( $H/A \leq 4$ ) ..... 23
23. Raupe durch zusätzliche Kleinborsten (Sekundärborsten ; besonders im Gegenlicht gut zu sehen) sehr rauh wirkend ..... *M. tiliae* (2b)  
 23'. nur mit einem einfachen Borstenmuster (vergl. Abb. 1b) .....  
 ..... 24 und Hilfsschlüssel

*Anmerkung* : Lebende Eilarven der folgenden 5 Arten sind bei Lupenvergrößerung nur schwer zu bestimmen ; die Futterpflanze der Raupe gibt jedoch oft wichtige Hinweise.

24. Horn relativ kurz und dick ( $H/A \approx 2,5$ ), unbeweglich ... *D. elpenor* (6b)  
 24'. Horn länger ( $H/A \approx 4$ ) ..... 25
25. Kopfborsten dunkler als Kopf ..... 26  
 25'. Kopfborsten so hell wie oder heller als Kopf ..... 27
26. Horn dunkelbraun ; auf Oleaceae ..... *S. ligustri* (1c)  
 26'. Horn schwarz ; auf Vitaceae (u.a.), nicht auf Oleaceae ..... *T. alecto* (6d)
27. auf Apocynaceae ; Horn äußerst beweglich ..... *D. nerii* (3d)  
 27'. nicht auf Apocynaceae ; Horn praktisch unbeweglich ..... 28
28. auf Solanaceae, Oleaceae (u.a.) ..... *A. atropos* (1a)  
 28'. auf Vitaceae, Onagraceae (u.a. ?) ..... *T. alecto* (6d)

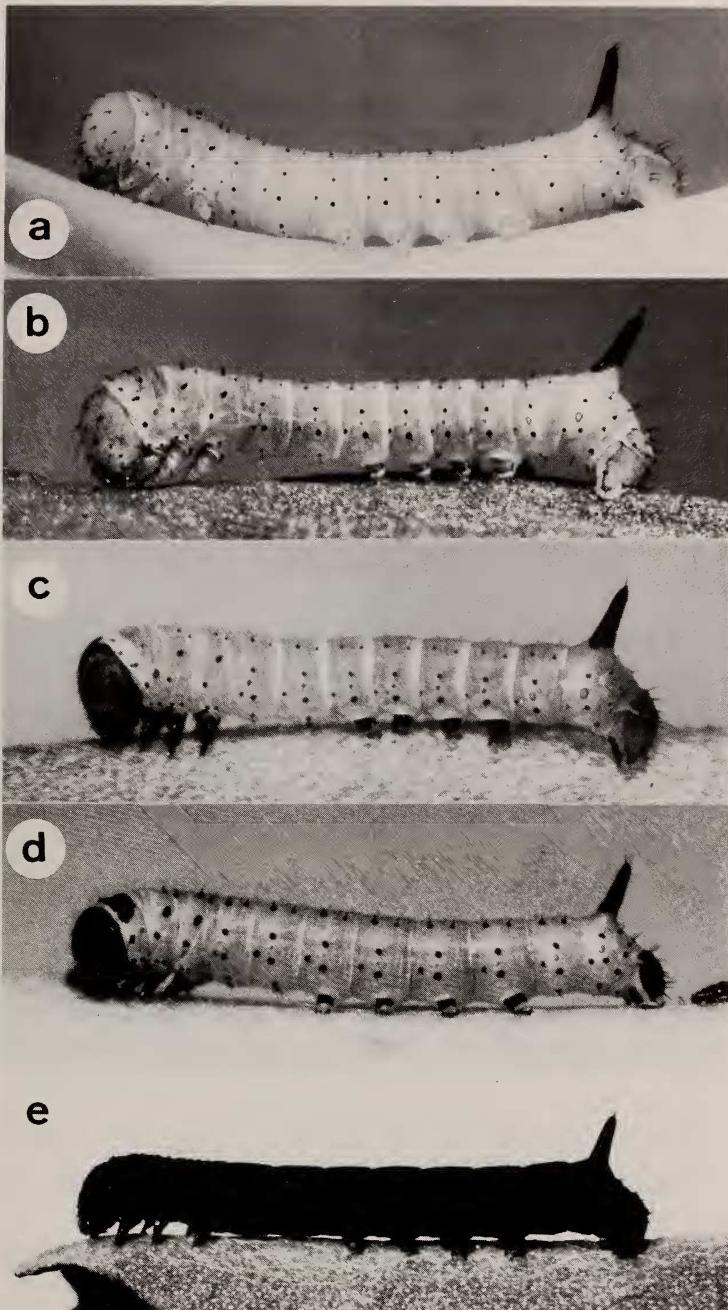


Abb. 5. a) *H. nicaea* (16  $\times$ ) ; b) *H. zygophylli* (18  $\times$ ) ; c) *H. lineata* (24  $\times$ ) ; d) *H. centralasiae* (19  $\times$ ) ; e) *H. euphorbiae* (15  $\times$ ).

## Hilfsschlüssel : 2. Raupenstadium

Lebende Eilarven der Arten *A. atropos*, *S. ligustri*, *D. nerii*, *D. elpenor* und *T. alecto* sind bei Lupenvergrößerung nur schwer zu bestimmen. Dieser Hilfsschlüssel verwendet daher zusätzlich Merkmale des zweiten Raupenstadiums.

1. Körper glatt, mit subdorsalen, paarigen Augenflecken ..... 2
- 1'. Körper durch Chitinzapfen aufgerauht, ohne Augenflecken ..... 4
2. mit einem Augenfleck (Metathorax) ..... *D. nerii*
- 2'. mit mindestens zwei subdorsalen Augenflecken ..... 3
3. mit zwei subdorsalen Augenflecken ..... *D. elpenor*
- 3'. mit mindestens drei subdorsalen Augenflecken ..... *T. alecto*
4. lateral mit deutlichen Diagonalstreifen (von vorn/unten nach hinten/oben) ..... *S. ligustri*
- 4'. ohne Diagonalstreifen ..... *A. atropos*

## Dank

Mein Dank gilt wiederum Herrn Prof. Dr. L.T. Wasserthal (Erlangen) für technische und wissenschaftliche Anregungen, Herrn Dr. E.A. Loeliger (Oegstgeest [NL]) für Lebendmaterial zahlreicher Arten, Frau I. Paas (Bochum) für die fotografischen Abzüge und Herrn E. de Bros (Binningen [CH]) für die französische Übersetzung der Zusammenfassung.

## Literatur

- DENSO, P., 1906a. Lepidopterologisches von der Umgebung des Genfer Sees. *Ent. Z. Guben* 20 : 329-340.
- DENSO, P., 1906b. Beiträge zur Kenntnis der Ontogenese europäischer Sphingidenraupen. *Ent. Z. Guben* 20 : 411-418, 463-470, 523-527 + Taf. 9-12.
- FREINA, J. J. DE, 1994. Über Biologie, Morphologie und Taxonomie von *Hyles tithymali deserticola* (Bartel), mit vergleichenden Studien zu *Hyles euphorbiae mauretanica* (Staudinger) (Lepidoptera : Sphingidae). *Ent. Z.* 104 : 33-41.
- GILLMER, M., 1904. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von *Phryxus livornica*, Esp.. *Ent. Z. Guben* 18 : 116-123.
- HARBICH, H., 1978. Zur Biologie von *Acherontia atropos* (Lep. : Sphingidae). 1. Teil. *Ent. Z.* 88 : 29-36.
- HEINIG, S., 1976. Nachzucht von *Daphnis nerii* (Lep., Sphingidae). *Ent. Z.* 86 : 25-30.
- HEINIG, S., 1978. Zur Biologie des Großen Weinschwärmer (*Hippotion celerio*) (Lep., Sphingidae). *Ent. Z.* 88 : 53-62.
- HEINIG, S., 1981. Einige Beobachtungen zur Biologie des Linienschwärmer (*Hyles livornica* Esper) (Lep. : Sphingidae). *Ent. Z.* 91 : 241247.

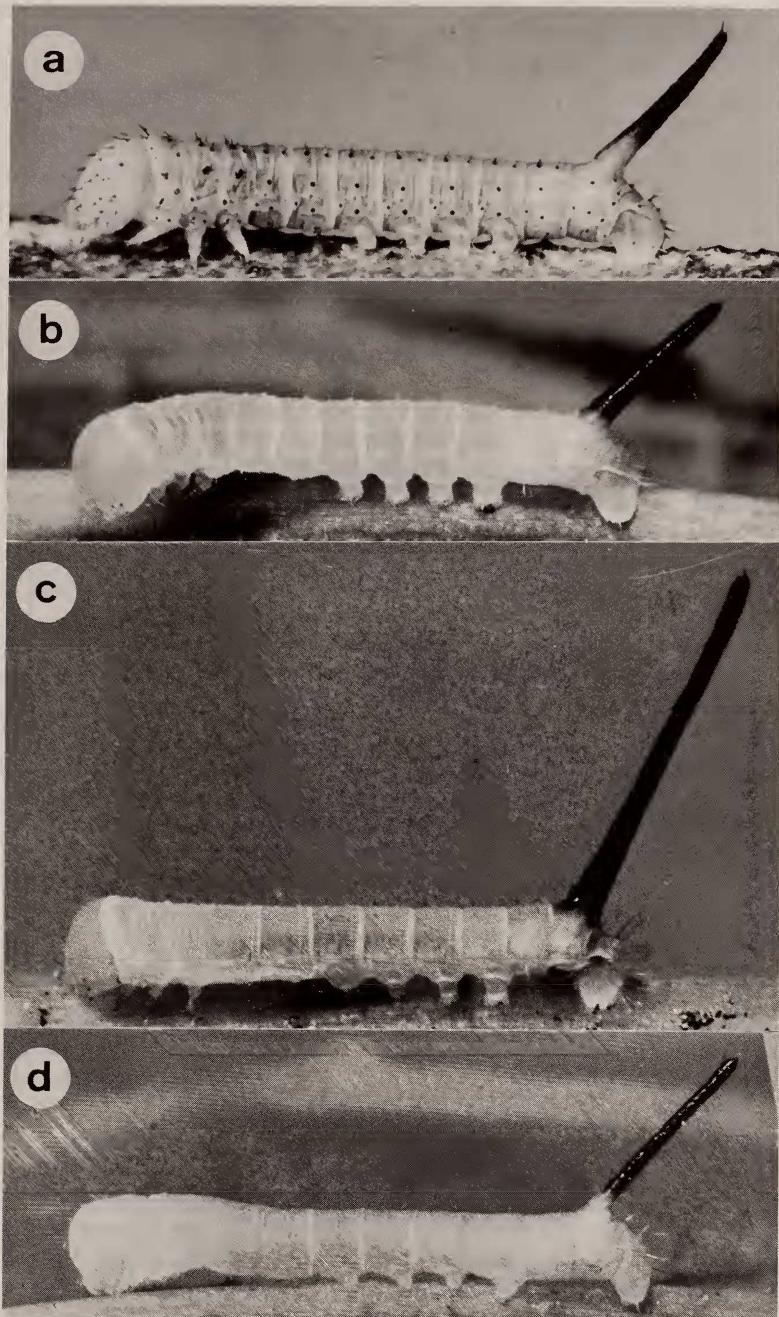


Abb. 6. a) *H. hippophaes* (17  $\times$ ) ; b) *D. elpenor* (18  $\times$ ) ; c) *H. celerio* (15  $\times$ ) ; d) *T. alecto* (14  $\times$ ).

- HEINIG, S. & HÄSLER, G., 1986. Angaben zur Biologie von *Hemaris croatica* (Lep. : Sphingidae). *Ent. Z.* 96 : 193-199.
- LEDERER, G., 1949. Ein Beitrag zur Biologie von *Celerio hippophaes hippophaes* (Esper 1789) mit einigen Bemerkungen über *Celerio nicaea nicaea* (Prunner 1798). *Ent. Z.* 59 : 65-70, 75-78, 87-88, 101-102.
- MEERMAN, J. C., 1987. De Nederlandse Pijlstaartvlinders (Lepidoptera : Sphingidae). *Wetensch. Meded. Kon. Ned. natuurhist. Ver.* 180 : 60 pp.
- PELZER, A., 1982. Zur Kenntnis der frühen Stände von *Hyles centralasiae siehei* (Püngeler) (Sphingidae). *Nota lepid.* 5 : 134-140.
- PELZER, A., 1988. Die Präimaginalstadien von *Laothoe amurensis* — ein Vergleich mit *L. populi* (Lepidoptera : Sphingidae). *Nota lepid.* 11 : 274-278.
- PELZER, A., 1991. Illustrierter Bestimmungsschlüssel für die Präimaginalstadien der Schärmer Europas und Nordafrikas (Lepidoptera : Sphingidae). Teil I : Erwachsene Raupen. *Nota lepid.* 14 : 220-233.
- PITTAWAY, A. R., 1979. On *Rethera komarovii manifica* [sic] (Brandt) (Lepidoptera : Sphingidae). *Entomologist's Gaz.* 30 : 3-6 + Taf. 1.
- PITTAWAY, A. R., 1993. *The hawkmoths of the Western Palaearctic*. Harley Books, Colchester.
- POULTON, E. B., 1885. Further notes upon the markings and attitudes of lepidopterous larvae, together with a complete account of the life-history of *Sphinx ligustri* and *Selenia illunaria* (larvae). *Trans. R. Ent. Soc. Lond.* 1885 : 281-329 + Taf. 7.
- POULTON, E. B., 1886. Notes in 1885 upon lepidopterous larvæ and pupæ, including an account of the loss of weight in the freshly-formed lepidopterous pupae, &c. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.* 1886 : 137-179.
- POULTON, E. B., 1888. Notes in 1887 upon lepidopterous larvæ, &c., including a complete account of the life-history of the larvæ of *Sphinx convolvuli* and *Aglia tau*. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.* 1888 : 515-606 + Taf. 15-17.
- ROTHSCHILD, W. & JORDAN, K., 1903. A revision of the lepidopterous family Sphingidae. *Novit. Zool.* 9, Suppl.
- SOFFNER, J., 1959. *Dolbina elegans* O. [sic] Bang-Haas in Europa (Lep. Sphingidae). *Ent. Z.* 69 : 269-270.
- VOSS, H. VON, 1911. Die Entwicklung der Raupenzeichnung bei einigen Sphingiden. *Zool. Jb. Syst.* 30 : 573-642 + Taf. 16-19.
- WASSERHAL, L. T., 1970. Generalisierende und metrische Analyse des präären Borstenmusters der Pterophoriden-Raupen (Lepidoptera). *Z. Morph. Tiere* 68 : 177-254.
- WEISMANN, A., 1876. Studien zur Descendenz-Theorie. II. Ueber die letzten Ursachen der Transmutationen. Leipzig : Engelmann.